

风力发电厂危废舱建设应用技术探索

邱智锋

华润新能源投资有限公司河南分公司 河南 郑州 450000

摘要：随着全球对可再生能源需求的不断增长，风能作为一种清洁、可再生的能源形式，受到了越来越多的关注。风电场作为风能利用的主要设施，其建设和运营过程中产生的危废问题也日益凸显。本文旨在探讨风电场危废舱建设的必要性、现状及挑战，并提出相应的对策和建议，以期为风电场的可持续发展提供参考。

关键词：风电场；危废舱；可持续发展

引言

随着中国风电装机容量的快速增长，风电机组运行中产生的危险废物（如废旧齿轮油、退役叶片等）已成为制约行业可持续发展的关键问题。这些危废若处理不当，不仅会污染土壤、水源和空气，还可能对生态系统造成长期影响^[1]。例如废旧齿轮油中含有重金属和有害物质，若随意排放或填埋，会对土壤和地下水造成污染；退役叶片体积庞大，难以降解，若随意丢弃，会占用大量土地资源，并对生态环境造成破坏。本文结合政策法规、技术方案及实践案例，系统分析风电场危废舱建设的必要性、技术路径与管理策略，旨在探讨风力发电厂危废舱建设的必要性和具体技术应用。

1 风力发电厂危废来源

风力发电厂的危废主要来自以下几个方面：（1）润滑油和液压油：风机运行中使用的润滑油和液压油在使用后可能含有重金属和其他有害物质。（2）电池：用于储能系统的电池在使用寿命结束后，可能含有铅、镉等有害物质^[2]。（3）滤芯和过滤材料：用于过滤油和空气的滤芯和过滤材料在使用后可能被污染。（4）涂料和防腐剂：风机塔筒和叶片的涂料和防腐剂在使用过程中可能产生有害废物。

2 危废舱建设的必要性

（1）环境保护需求：风电场作为清洁能源设施，其建设和运营应秉持环保理念。危废若处理不当，会对土壤、水源和空气造成严重污染。（2）法规要求：相关部门对危废的管理有严格的法律法规，建设危废舱是合规的必要条件。危废舱的建设可以有效减少危废对环境的污染，符合可持续发展的要求。（3）法规政策要求：各地政府纷纷出台相关政策，要求风电场加强危废管理，确保危废得到安全、有效处理。危废舱的建设是满足法规政策要求的重要举措。（4）企业责任：风力发电企业有责任确保其运营过程中的环境友好性，建设危废舱是

企业社会责任的体现。（5）企业形象提升：风电场建设危废舱，积极履行社会责任，有助于提升企业形象，增强公众信任。

3 风电场危废舱建设进展及挑战

（1）技术进展：目前风电场危废处理方面取得了一定进展，如化学降解法、机械粉碎法等，为危废的处理提供了技术支持。（2）实践案例：部分风电场已尝试建设危废舱，对危废进行分类存储、安全处理，取得了良好效果^[3]。（3）面临的挑战：尽管已有多种危废处理方法，但针对风电场危废的特定处理技术仍需进一步完善。例如，退役叶片的高值化利用技术尚不成熟。危废舱的建设和运营需要大量资金投入，包括设备购置、运行维护等费用。这对于部分风电场来说，可能构成经济负担。虽然已出台相关政策要求风电场加强危废管理，但具体执行标准和监管机制尚不完善，给危废舱的建设带来一定挑战。

4 对策与建议

（1）加强技术研发：鼓励科研机构和企业加大风电场危废处理技术的研发力度，提高处理效率和资源化利用率。特别是针对退役叶片等难点问题，积极探索高值化利用途径。（2）完善政策法规：政府应出台更加具体、可行的政策法规，明确风电场危废管理的标准和要求，加强监管力度，确保危废得到安全、有效、合规处理。（3）加大资金投入：政府和企业应共同承担危废舱建设和运营的资金投入，通过政策扶持、资金补贴等方式，减轻风电场的经济负担。（4）推广示范项目：鼓励和支持风电场建设危废舱示范项目，通过实践探索有效的危废处理模式和管理经验，为其他风电场提供借鉴和参考。加强公众宣传：通过媒体宣传、科普教育等方式，提高公众对风电场危废处理的认识和重视程度，形成良好的社会氛围。

5 危废舱建设的关键要素

(1) 选址: 危废舱应远离居民区和水源, 且便于运输和处理。(2) 设计: 危废舱应具备防渗漏、防火、防爆等安全措施, 并配备电子监控系统。(3) 管理: 建立完善的危废管理制度, 包括危废的入库、出库、分类、标识、存储和运输。(4) 培训: 对相关人员进行危废管理的培训, 确保其具备处理危废的知识和技能。

6 危废处理技术

(1) 物理处理: 包括过滤、沉淀、离心等方法, 用于分离和浓缩危废。(2) 化学处理: 通过化学反应将危废中的有害物质转化为无害或低毒物质。(3) 生物处理: 利用微生物降解危废中的有机物质。(4) 热处理: 通过高温焚烧或热解将危废转化为无害物质。

7 案例分析

以滑县风力发电厂为例, 升压站35kV配电室东北角有空地, 在此基础上采购专用危废品暂存预制舱(长5000mm*宽3000mm*高3000mm), 预制舱下部采用混凝土硬化支撑方式, 实现危险废物分类贮存; 并配建接卸区域及事故池; 同时做好防渗、防泄漏等工作。该危废舱配备了先进的防爆电气设备、消防设备、消防器材及电子监控系统。通过严格的危废分类和管理, 成功减少了危废对环境的污染, 并获得了相关环保认证。具体技术要求如下:

预制舱设计符合《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)和《危险废物收集、贮存、运输技术规范》(HJ 2025-2012)要求。预制舱尺寸, 长5000mm*宽3000mm*高3000mm, 舱体内地面中间设有集液槽(上方放置镀锌钢格栅), 四周流向中间, 收集存放过程中泄漏的液体, 可以定期检查清理集液槽中的废液。预制舱设施内要有安全照明设施(防爆型)和观察窗口; 舱体内设有柜式3P格力防爆工业空调, 可以设定温度自动控制启停^[4]。预制舱内部配置高1.5m的货架, 货架与预制舱同长, 货架深1m, 三层分置, 层高可以调整, 每层承重不低于300kg。预制舱上部配置气体导出口及气体收集净化装置, 气体导出口排出的气体经处理后, 应满足GB16297和GB14554的要求。配置智能监控系统, 防爆视频监控摄像头, 超高清1080P分辨率, 具有夜间红外监控功能, 视频监控系统应与站内的总监控系统对接; 配置可燃气体探测报警系统; 配置温湿度探测系统。应急设施: 配置手持式干粉灭火器4具、悬挂式灭火器6具、推车式干粉灭火器2套、消防沙箱(含沙子)1套、配置静电释放系统、配置预制舱接地系统。配置全套规范化标识牌(含管理制度、警示标识、标签、信息公示栏、危废品特性、有害因素及紧急应对措施公示牌等)。配

置台账收集、记录区及壁挂式收纳架、配置智能计重设备。配置防雷接地及防静电系统, 设备设施及人体静电释放器符合建筑物防雷接地行业规范。预制舱投标产品及其辅助设备是全新未使用过的, 采用优质材料和先进工艺, 符合合同规定的质量、规格和性能要求。预制舱为户外设置, 要求抗冲击能力强, 防盗、防破坏能力强; 防腐能力强, 保证舱体抗腐蚀能力, 其他舱体附件应达到舱体同等使用寿命。外形美观、大方、协调; 满足消防规范及验收要求; 舱体颜色采用77-GY09冰灰色。预制舱舱体应保证足够的机械强度和刚度。在起吊、运输和安装时不会变形或损伤, 不会因起吊运输对舱体内设备造成影响; 具备良好的抗震性能和抗风性能^[4]。预制舱整体防护等级不低于IP55, 具备较好的防尘、防潮功能; 舱体内部采用钢板及阻燃绝缘隔板, 防护等级不低于IP40。预制舱应具备良好的隔热保温性能, 舱内温差不因外界环境温度变化大范围浮动, 预制舱壁板主要材质须具备较好的抗老化能力。预制舱设计应不易积尘、积水, 舱体顶盖有明显散水坡度, 不应小于5%, 顶盖边沿应设有滴水沿, 防止雨水回流进入舱体。预制舱外表面应为梯形瓦楞波形钢板, 可采用不低于2.0mm厚钢板, 便于后期的LOGO喷涂或彩绘处理, 确保外形美观(箱体外观由预制舱厂家后期根据业主要求设置)。预制舱舱体底架由型钢焊接而成, 舱体骨架为焊装一体式结构, 钢材材质应选用优质碳素结构钢, 屈服强度不小于235MPa, 应有足够的机械强度和刚度, 在起吊、运输和安装时不会产生变形。预制舱防腐处理应遵循GB/T30790.1《色漆和清漆防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护》标准, 采用多道防腐工艺, 包括前处理、锌层、中间层、面层等多重处理工艺, 前处理需保证钢板表面足够的粗糙度, 锌层厚度不应小于60 μ m, 中间层及面层等总厚度不应小于200 μ m, 保证舱体在C4环境下的防腐水平。预制舱舱体采用岩棉板结构方式, 运用相应的保温措施与工艺, 内部填充物采用建设部许可的聚氨酯防火保温材料, 确保整个预制舱的保温、防火及环保性能, 舱门宽度不低于1500mm, 厚度不低于45mm, 确保满足保温要求。用以存放装载液体、半固体、固体危险废物容器的地方, 必须有耐腐蚀的硬化底面, 且表面无裂隙。应设计堵截泄漏的裙脚, 地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量或总储量的1/5。建设材料必须使用防火防爆材料, 电气设备(空调、开关、电灯、风扇、插座电线等)均使用标准防爆设备, 按国家防爆标准进行设计和制造。不相容的危险废物必须分开存放, 并设置隔离设施, 地面要防渗, 顶部防水、防

晒。地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，所用材料必须与储存的危险废物相容，门口设置围堰。配备泄漏液体收集装置、气体导出口及气体净化装置。工程所用材料清单如下：

序号	类别	名称	数量	单位	备注
1	土建部分	地面清表整平硬化处理（含接卸区、防腐事故池）	48	m ²	8m*6m，C25混凝土厚度不低于30cm，基础铺设级配碎石厚度不低于30cm，碎石下铺设三七灰土厚度不低于30cm
2		硬化地面防渗处理	48	m ²	2mm厚HDPE防渗膜防渗处理及垫层施工
3		2m3防腐事故池	1	套	含2m3玻璃钢材质事故池采购安装、垫层施工
4		区域接地网，镀锌扁钢	15	m	与主接地网连接
5	设备部分	集装箱及接卸设施、静电接地系统	1	套	长5m*宽3m*高3m，包含中间收集与外接装置及箱体接地。
6		防爆电控系统	1	套	
7		防爆电源箱、防爆排风系统、防爆空调	1	套	柜式、3P、三相（380V）、格力防爆工业空调
8		推车式干粉灭火器	2	套	50型
9		气体导出口、气体收集净化装置	1	套	气体经处理后，应满足GB 16297和GB 14554的要求。

8 结论

风电场作为清洁能源供应企业，在促进能源转型和可持续发展方面发挥着重要作用。然而，风电场危废处理问题不容忽视，加强风电场危废舱建设技术研究，实现危废的安全、有效处理，是保障风电场可持续发展的关键举措。

9 建议

风电场危废舱建设是平衡新能源发展与环境保护的核心环节。通过政策引导、技术创新与管理优化，可实现危废资源化利用与风险防控的双重目标。未来需进一步强化跨领域合作，推动全生命周期管理体系的完善。

参考文献

[1] 尹晗. 风力发电厂电力通信系统中的运行效率与可靠性分析[J]. 通信电源技术,2024,41(18):207-209.

[2] 杨少华. 探讨风力发电厂的施工建设管理策略[J]. 流体测量与控制,2024,5(6):67-70.

[3] 蒋尚书. 风力发电厂的施工建设管理分析[J]. 江西电力职业技术学院学报,2022,35(10):10-11,14.

[4] 李金城,李在卿. "电站产品"相关的标准化体系建设及质量管理体系搭建与运行[J]. 中国认证认可,2023(5):55-58.